



# شناسایی سازه های ساخت بشر در تصاویر هوایی و ماهواره ای

نوید نیکبخش<sup>1</sup>، امیررضا ناطق<sup>2</sup>

1- موسسه آموزش عالی کاوش، [nanikbakhsh@yahoo.com](mailto:nanikbakhsh@yahoo.com)

2- دانشجوی کارشناس ارشد الکترونیک موسسه آموزش عالی کاوش، [amirreza.nategh@gmail.com](mailto:amirreza.nategh@gmail.com)

چکیده — عکس های هوایی تصویر کاملی از تمام عوارض ظاهری شهر را نشان می دهد. از خصوصیات عکس هوایی بویژه در مقیاس بزرگ، آن است که بافت شهر را می توان مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. همچنین با مطالعه عکس هوایی قدیمی تر می توان نحوه گسترش و تحول تدریجی شهر را مورد بررسی قرار داد و یا به عبارت دیگر از گذشته شهرها اطلاعات دقیقی به دست آورد. تحقیقات بسیاری در زمینه تشخیص و بازشناسی اشیای ساخت بشر از تصاویر ماهواره ای تاکنون صورت گرفته است. در روش پیشنهادی این تحقیق در صورت وجود شی ساخت بشر در یک تصویر ماهواره ای، با انتخاب یک شی توسط کاربر، آن شی و اشکال مشابه آن پیدا می شود. نتایج حاصل از شبیه سازی روش پیشنهادی کارایی و دقت کارآمد قابل توجهی را نشان می دهد. تشخیص و بازشناسی اشیای ساخت بشر از تصاویر ماهواره ای تاکنون صورت گرفته است. در روش پیشنهادی این تحقیق در صورت وجود شی ساخت بشر در یک تصویر ماهواره ای، با انتخاب یک شی توسط کاربر، آن شی و اشکال مشابه آن پیدا می شود. نتایج حاصل از شبیه سازی روش پیشنهادی کارایی و دقت کارآمد قابل توجهی را نشان می دهد

واژه های کلیدی — سازه های ساخت بشر- تصاویر ماهواره ای- الگوریتم SIFT- بردارهای ویژگی

## 1. مقدمه

هوایی در امور شهری مربوط به آمد و شد شهری و تشخیص و تعیین شبکه های ارتباطی متراکم و پرتراکم است که دست اندرکاران امور راهنمایی و رانندگی را در انجام وظایفشان یاری می دهد. در باستان شناسی و جامعه شناسی نیز می توان از عکس های هوایی کمک گرفت، در باستان شناسی هدف اساسی مطالعه عکس ها بررسی و شناسایی آثار ساختمانی زیر زمین است. این بررسی به طور غیر مستقیم صورت می گیرد. بدین گونه که ساختمان های مدفون شده در زیر خاک تغییری قابل توجه در پوشش گیاهی چه از نظر نوع و رشد آن ها به وجود می آورد و باستان شناسان با تمرین و مطالعه و تفسیر عکس ها قادر به شناسایی چنین عوارضی خواهند بود. در جامعه شناسی و جمعیت شناسی نیز عکس ها کمک مؤثری در بررسی تراکم و پراکندگی جمعیت و ساختمان های مسکونی می نمایند و بدین ترتیب در برنامه ریزی مسائل جمعیتی و جامعه شناسی شهرها استعانت از عکس های هوایی به پیشبرد کار خواهد افزود [2]. بنابراین شناسایی سازه های ساخت بشر مانند ساختمانها در تصاویر هوایی و ماهواره ای در پایگاههای داده های اطلاعات جغرافیایی و شهری نقش بسازی دارد لذا در

افزایش سریع جمعیت و محدودیت منابع غذایی و معدنی، چنان مشکلاتی را برای انسان به وجود آورده است که امر برنامه ریزی به عنوان یک ضرورت برای همه کشورها تلقی می شود. تخلیه روستاها، گسترش شهرها، و گرایش به زندگی شهر نشینی به ویژه در کشورهای جهان سوم از چنان پیچیدگی هایی برخوردار است که بی توجهی به آن بر مشکلات اقتصادی، اجتماعی آنان خواهد افزود، از این جهت برای دستیابی به یک روند توسعه مناسب، مطالعات و پژوهش های جغرافیایی هم می تواند راهگشا باشد. در این مطالعات حتی الامکان باید از ابزار موجود و مطمئن بهره گرفت. نقشه ها و کس های هوایی از جمله ابزار قدرتمندی هستند که جغرافیادانان و برنامه ریزان شهری را در انجام تحقیقاتشان یاری می دهند و کاربرد تصاویر هوایی در شناسایی وضع موجود مناطق جغرافیایی و چشم اندازهای ساخته دست انسان و بهره گیری از امکانات لازم بر کسی پوشیده نیست. مهمترین مراکز تجمع انسان شهرها هستند [1]. کاربرد دیگر تصاویر

می گردد و با الحاق نقاط مجاور هر نقطه ی بذر که دارای مشخصات مشابهی (نظیر رنج مشخصی از سطح تیرگی یا رنگی) با آن نقطه بذر می باشند، رشد ناحیه انجام می گردد [3].

ساده ترین روش قطعه بندی براساس ناحیه، روش رشد ناحیه است، که برای استخراج ناحیه های متصل از پیکسل های مشابه یک تصویر استفاده می شود. شروع رشد ناحیه با حداقل یک جستجو است. همسایه های ناحیه جستجو بررسی می شوند و اگر این همسایه ها براساس معیار شباهت، قسمت مورد نظر بود، به ناحیه اضافه می شوند. معیار شباهت با استفاده از مقادیر شدت پیکسل ها یا دیگر ویژگی ها در تصویر بدست می آید. جستجو می تواند بصورت دستی یا با استفاده از یک روش اتوماتیک انجام شود. تکرار جستجو تا زمانی ادامه دارد که دیگر هیچ پیکسلی نتواند به ناحیه اضافه شود. مزیت رشد ناحیه این است که این روش قادر است بدرستی ناحیه ها را طوری قطعه بندی کند که ویژگی های مشابه ای داشته باشند و ناحیه های متصلی را ایجاد کند. این روش ها نواحی شبیه به هم را براساس معیاری از پیش تعیین شده استخراج می کند، این معیار می تواند سطوح روشنایی یکسان، بافت های مشابه، یکنواختی یا تیزی در تصویر باشد.

در این مرحله حداکثر مختصاتی که الگوریتم در جهت های افقی و عمودی پیشروی کرده است، در نظر گرفته می شود. سپس با اضافه کردن مقداری به این مختصات، محدوده شی انتخاب شده مشخص می گردد. آن محدوده ی انتخاب شده در تصویر بعنوان یک تصویر جدید ذخیره می شود. با توجه به اینکه در ادامه کار به دنبال نقاط کلیدی هستیم و این نقاط عمدتاً در گوشه های اشیاء قرار دارند، در نتیجه به به محدوده مشخص شده مقداری را در چهارچوب جهت اصلی اضافه می کنیم تا از اینکه نقاط کلیدی در محدوده انتخاب شده هستند، مطمئن شویم. در ادامه الگوریتم SIFT را بر روی شی جداسازی شده و تصویر اصلی اعمال می کنیم.

## 2-1-2 الگوریتم SIFT

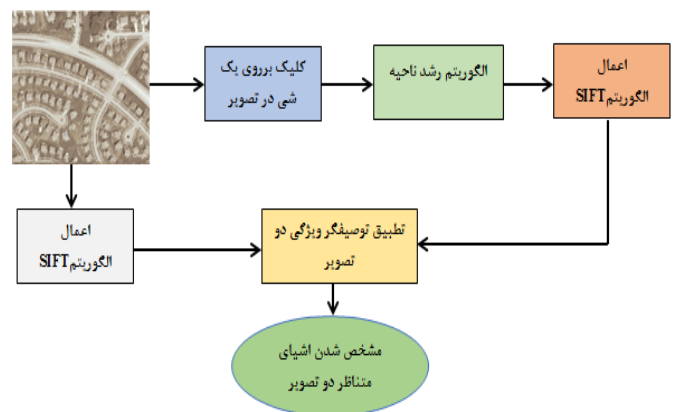
توصیفگر SIFT امروزه به عنوان یکی از بهترین و قدرتمندترین ابزارها برای استخراج نقاط ویژگی غیرحساس به شرایط مختلف مانند چرخش، بزرگنمایی، تغییر نمای دید<sup>1</sup> و نویز است. با توجه به ویژگی های فوق استفاده وسیعی در تشخیص اشیاء و تشخیص چهره دارد. در این کاربرد با استفاده از تطبیق دادن نقاط ویژگی (کلیدی) استخراج شده از تصویر اولیه با نقاط معادل در تصویر نهایی و با در نظر گرفتن تعداد مشخصی از نقاط

این مقاله سعی می گردد تا به بررسی تشخیص سازه های ساخت بشر توسط پردازش تصاویر پرداخته شود. در ادامه روش پیشنهادی این مقاله ارائه می گردد.

## 2. روش پیشنهادی

در روش پیشنهادی، ابتدا یک شی با کلیک موس توسط کاربر انتخاب می شود. سپس با اعمال الگوریتم رشد ناحیه، شی انتخاب شده توسط کاربر مشخص می شود. قسمتی از تصویر که شی در آن قرار دارد، انتخاب و جدا می شود. سپس الگوریتم SIFT بر روی تصویر جدا شده و تصویر اصلی، اعمال می شود. در آخر با محاسبه فاصله اقلیدسی بردارهای ویژگی نقاط کلیدی دو تصویر، نقاط متناظر دو تصویر مشخص می شود. شکل (1) شمای کلی روش پیشنهادی را نشان می دهد. در ادامه هر یک از مراحل شرح داده می شود.

تصویر ورودی (سطح خاکستری)



شکل (1): شمای کلی روش پیشنهادی

## 2-1-2. مشخص کردن شی انتخاب شده توسط کاربر با

### استفاده از الگوریتم رشد ناحیه

ابتدا یکی از اشکال موجود در تصویر با کلیک موس توسط کاربر انتخاب می شود. پیکسلی که روی آن کلیک شده بعنوان نقطه یا پیکسل اولیه جهت اعمال الگوریتم رشد ناحیه در نظر گرفته می شود. سپس با اجرای الگوریتم رشد ناحیه محدوده شی انتخاب شده توسط برنامه مشخص می شود.

### 2-1-1. الگوریتم رشد ناحیه

رشد ناحیه پروسه ای است که در آن پیکسل های مجاور با دامنه یکسان با یکدیگر گروه بندی می گردند تا یک ناحیه ی قطعه بندی شده را شکل بدهند. قطعه بندی با انتخاب یک مجموعه از نقاط به نام نقاط "بذر" آغاز

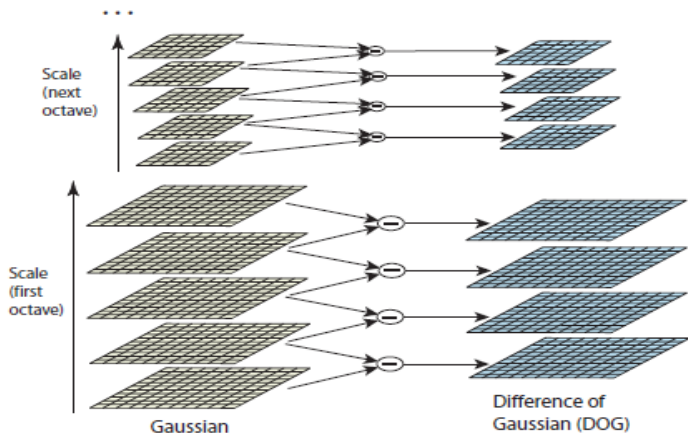
<sup>1</sup> - changing in viewing direction

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2} \tag{4}$$

فضای مقیاسی DoG با تفریق سطوح مقیاسی مجاور هم حاصل می شود:

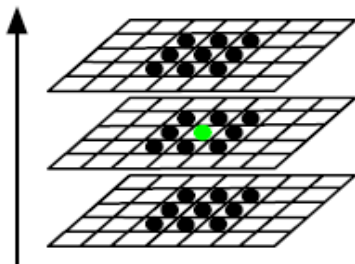
$$D(x, y, \sigma) = [G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)] * I(x, y) \tag{5}$$

در شکل (3) مراحل ساخت فضای DoG نشان داده شده است.



شکل (3) برای هر اکتاوا از فضای مقیاسی تصاویر اولیه با فیلتر گاوسین کانوالو می شوند و مجموعه سمت چپ را می سازند.

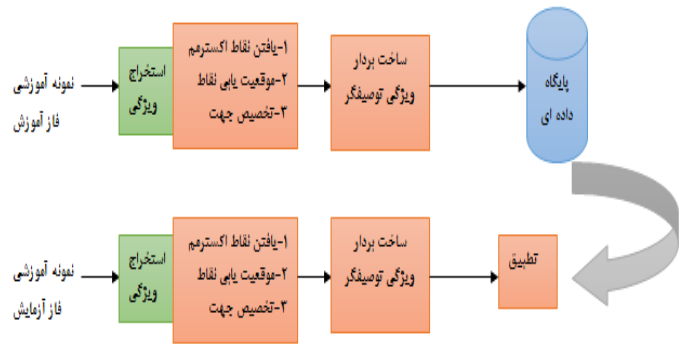
مرحله ی بعد یافتن نقاط ماکسیمم یا مینیمم در هر اکتاوا است. این کار را با مقایسه هر پیکسل با همسایه های 26 گانه در ناحیه 3\*3\*3 تمامی سطوح DoG مجاور در همان اکتاوا انجام می گیرد. (شکل 4) اگر نقطه ی مورد نظر بزرگتر یا کوچکتر از تمامی همسایگانش بود به عنوان نقطه ی مورد نظر انتخاب می شود.



شکل (4) مقادیر ماکزیمم یا مینیمم از تصاویر DoG با مقایسه پیکسل با 26 همسایه در نواحی 3\*3\*3 از مقیاس های جاری و مجاور

شکل (5) و شکل (6) نقاط کلیدی تصویر اصلی و تصویر انتخاب شده را نشان می دهد.

تطبیق یافته عمل تشخیص را انجام می دهد. به عبارت دیگر می توان گفت این توصیفگر ویژگی عمومی یک شیء یا یک چهره را برای دسته بندی اشیاء یاد نمی گیرد. بلکه با در کنار هم قرار دادن اطلاعات محلی یک شیء یا یک تصویر چهره، توصیف دقیقی از آن را به همراه دارد [4]. بطور کلی مراحل استفاده از این توصیفگر را می توان به 4 قسمت اصلی تقسیم کرد (شکل 2). در ادامه به تشریح این روش می پردازیم.



شکل (2) مراحل توصیفگر SIFT

استخراج ویژگی توسط الگوریتم SIFT شامل مراحل زیر می باشد:

• یافتن نقاط اکسترمم در فضای مقیاسی<sup>۲</sup>

در این روش برای یافتن نقاط کلیدی در تصویر از تفاوت های گاوسین (DoG) استفاده می شود. این تابع بسیار شبیه به تابع LoG (شکل (5)) می باشد. این تابع در حالت کلی به شکل معادلات (1) و (2) تعریف می شود.

$$LoG(x, y) = -\frac{1}{\pi\sigma^4} \left[ 1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \tag{1}$$

$$DoG(x, y) = \frac{e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\pi\sigma_1^2}} - e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\pi\sigma_2^2}}}{2\pi\sigma_1^2 - 2\pi\sigma_2^2} \tag{2}$$

فرآیند یافتن این نقاط، با ساخت یک هرم از تصاویر و کانولوشن<sup>۳</sup> تصویر  $I(x, y)$  با فیلتر گاوسین  $G(x, y, \sigma)$  شروع می شود. بنابراین فضای مقیاسی به صورت زیر نمایش داده می شود:

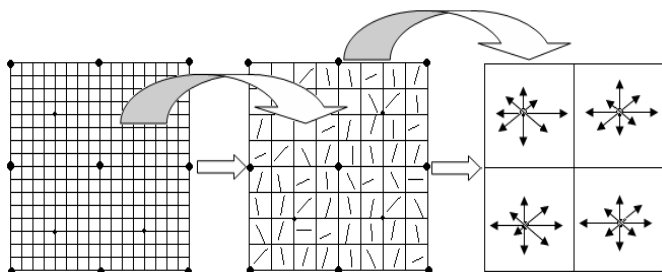
$$L(x, y, \sigma) = I(x, y) * G(x, y, \sigma) \tag{3}$$

"\*" نشان دهنده عملگر کانولوشن در X و Y است و :

2- Scale-Space  
3 - Convolution

بعدی تغییرناپذیر است اما نمی توانیم مطمئن شویم که نسبت به روشنایی و تغییر شکل دید غیرحساس باشد. بنابراین توصیف گر ویژگی های SIFT برای حل این مساله بیان می شود. مراحل شکل گرفتن این توصیف گر بصورت زیر است:

- ساخت پنجره  $16 \times 16$ . نقطه مرکز نقطه کلیدی است و هر بلوک پیکسل همسایه را نشان می دهد. پنجره را به 16 تکه  $4 \times 4$  تقسیم می کنیم.
- برطبق معادله  $(3-6)$  و  $(3-7)$  جهت و دامنه را در هر زیرفیلد محاسبه می کنیم و بنابراین جهت می تواند در رنج  $[0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315]$  بدست آید.
- مطابق با هیستوگرام آماری جهت از زیر فیلدها، 8 توصیف جهت توسط تابع گوسین و دامنه (فراوانی) محاسبه خواهد شد.
- توصیف ویژگی بوسیله اتصال توصیف جهت از همه زیرفیلدها بدست می آید. کل توصیف جهت 16 تا است، بنابراین طول توصیف ویژگی  $128 = 16 \times 8$  است. شکل (7) این مراحل را نشان می دهد.
- بردار ویژگی نرمالیزه می شود تا تغییرناپذیری از تغییرات روشنایی را بهبود دهد.

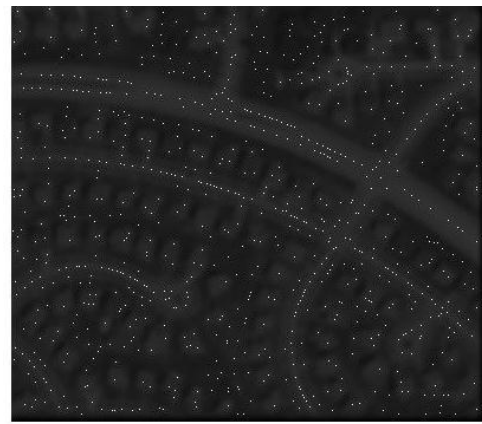


شکل (7) توصیف گر نقاط کلیدی و مجاور (علامت گذاری شده با دایره) تعیین می شوند [4]

### • تطبیق بردارهای ویژگی

وقتی از الگوریتم SIFT استفاده می شود، هر توصیف گر نقطه کلیدی استخراج شده از تصویر تست مستقلاً با توصیف گر استخراج شده از تصاویر آموزشی تطبیق داده می شود. بهترین تطبیق برای هر توصیف گر نزدیکترین همسایه<sup>4</sup> است. نزدیکترین همسایه دارای کمترین فاصله اقلیدسی با نقطه مطابقت است. معمولاً تعداد زیادی ویژگی از تصویر تست بدرستی با دیتاست آموزشی تطبیق داده نمی شوند، به این دلیل می تواند باشد که در

<sup>4</sup> - Nearest Neighbor



شکل (5) نقاط کلیدی تصویر اصلی



شکل (6) نقاط کلیدی تصویر انتخاب شده

### • حذف نقاط کلیدی نامعتبر

نقاط کلیدی نهایی براساس اندازه پایداری و استحکامشان انتخاب می شوند. در طول این مرحله نقاطی با کتراست پایین (حساس به نویز) و نقاط ضعیف در طول لبه حذف می شوند. دو معیار برای تعیین نقاط کلیدی نامعتبر در نظر گرفته می شود. اولین معیار ارزیابی مقدار  $|D(x, y, \sigma)|$  در هر نقطه کلیدی کاندید است. اگر این مقدار از یک آستانه کمتر باشد، این بدین معنی است که این ساختار دارای کتراست پایین است، پس این نقطه کلیدی حذف می شود. دومین معیار ارزیابی نسبتی از انحنای اصلی هر نقطه کلیدی کاندید است تا قله های تعریف شده ضعیف را در تابع تفاضل گوسین جستجو کنیم. برای نقاط کلیدی با پاسخگویی لبه بالا، انحنای اصلی از وسط (across) لبه بزرگتر از انحنای اصلی در طول آن خواهد بود. بنابراین برای از بین بردن نقاط های کلیدی لبه ناپایدار براساس معیار دوم، نسبتی از انحنای اصلی از هر نقطه کلیدی کاندید چک می شود. اگر این نسبت کمتر از یک آستانه بود، نقطه کلیدی نگه داشته می شود، در غیر این صورت نقطه کلیدی حذف می شود.

### • محاسبه توصیف گر نقاط کلیدی

در مرحله قبل فقط متوجه شدیم که ویژگی بدست آورده شده تغییرناپذیراند. بنابراین SIFT یک توصیف گر ویژگی تخصیص می دهد تا مطمئن شود اطلاعات روشنایی و دید تغییرناپذیر است. از موقعیت و مقیاس و جهت نقاط کلیدی می توانیم فقط مطمئن شویم که نسبت به هندسی دو

تصویر آموزشی یافت نشده اند یا از یک پس زمینه درهم برهم مشخص شده اند. برای حذف کردن نقاط کلیدی که که توصیف گر، تطبیق خوبی نمی تواند با داده های آموزشی انجام دهد، یک آستانه استفاده می شود، براین اساس، تطبیقی که خیلی مبهم هستند رد می شوند. اگر نسبت فاصله بین همسایه نزدیک و همسایه نزدیک دوم کمتر از یک آستانه باشد، این تطبیق نگه داشته می شود، در غیر این صورت تطبیق رد می شود و نقطه کلیدی حذف می شود. اشیایی در دیتاست با بیشترین تطبیق نقاط کلیدی، برای دسته بندی از اشیاء در تصویر تست استفاده می شوند.

### 3. نتایج شبیه سازی

برای پیاده سازی مولفه های سیستم، از محیط برنامه نویسی Matlab2013a و از سه تصویر ماهواره ای شکل (8) استفاده شده است. که هریک دارای چندین شی ساخت بشر هستند.

[1]



شکل (8) تصاویر مورد استفاده

جهت ارزیابی روش پیشنهادی از سه معیار زیر استفاده می شود:

الف) صحت : نسبت اشیاء مشابه تناظر داده شده به کل اشیای مشابه انتخاب شده موجود در تصویر.

ب) خطا: نسبت تناظرهای نادرست به تناظرهای درست.

ج) دقت : نسبت انطباق صحیح تصویر استخراج شده از شی انتخاب شده به کل اشیای انتخاب شده.

با پیاده سازی این روش بر روی تصاویر شکل (8) نتایج مطابق با

جدول (1) می باشد.

جدول (1) مقایسه معیارهای ارزیابی روی تصاویر مختلف

شماره تصاویر	دقت	خطا	صحت
1	٪88	٪12	٪56
2	٪100	٪0	٪93
3	٪83	٪2	٪92

### 4. نتیجه گیری

بطور کلی در تحلیل تصویر هوایی معمولاً از مشخصات مختلف تصویر مانند اشکال خاص، رنگ، لبه یا ... می توان استفاده کرد. از آنجا که سازه های ساخت بشر عمدتاً دارای گوشه با زاویه نود درجه هستند به همین دلیل می توان با استفاده از لبه یابی تصاویر و سپس تشخیص گوشه ها و در نهایت زوایای نود درجه را شناسایی نموده و بدین روش می توان فرایند تشخیص سازه های ساخت انسان را انجام داد و با درصد قابل قبولی این نوع سازه ها را شناسایی و مورد استفاده قرار داد. نتایج از معیارهای ارزیابی مانند صحت، دقت و خطا برای هر تصویر ماهواره ای در آزمایشات ما نشان می دهد که روش پیشنهادی کارایی و دقت کارآمد قابل توجهی دارد.

### 5- مراجع

- [1] Beril Sirmacek, Student Member, Cem Unsalan.(2011). A Probabilistic Framework to Detect Buildings in Aerial and Satellite Images, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 49, NO. 1.
- [2] Konstantinos Karantzas, Demetre Argialas.(2009). A Region-based Level Set Segmentation for Automatic Detection of Man-made Object from Aerial and Satellite Images, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 75, No. 6.
- [3] Chung-Chia Kang, Wen-June Wang, Chung-Hao Kang.(2012). Image segmentation with complicated background by using seeded region growing. International Journal of Electronics and Communications, Int. J. Electron. Commun. (AEÜ) 66, 767- 771.
- [4] Shyh Wei Teng, Guohua Lv, Guojun Lu.(2016). Enhancing SIFT-based Image Registration Performance by Building and Selecting Highly Discriminating Descriptors, Pattern Recognition Letters, doi: 10.1016/j.patrec.2016.09.011.